



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

## **TRABAJO DE DIPLOMA**

**Evaluación de riego y biofertilizante sobre seis poblaciones de tomate silvestre (*Lycopersicum* spp.), colectado en la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA), Chinandega**

### **AUTORES**

Br. Alexis Danilo Martinez Núñez  
Br. Noel Antonio Meza Granados

### **ASESORES**

MSc. Álvaro Benavides González  
MSc. Víctor Calderón Picado  
Ing. Juan Carlos Morán Centeno

**Nicaragua, Managua**  
**Noviembre, 2011**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

## **TRABAJO DE DIPLOMA**

**Evaluación de riego y biofertilizante sobre seis poblaciones de tomate silvestre (*Lycopersicum* spp.), colectado en la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA), Chinandega**

### **AUTORES**

Br. Alexis Danilo Martinez Nuñez  
Br. Noel Antonio Meza Granados

Trabajo presentado a la consideración  
del honorable tribunal examinador, para optar al título de  
Ingeniero Agrícola para el Desarrollo Sostenible

**Nicaragua, Managua**  
**Noviembre, 2011**



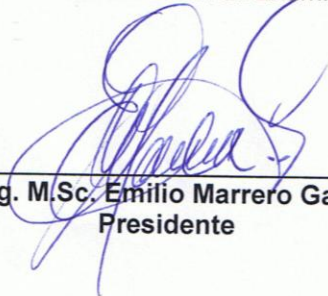
"Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible"

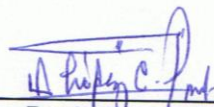
**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
SECRETARIA FACULTATIVA**


Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la Decanatura en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria como requisito parcial para optar al título profesional de:

**INGENIERIO AGRÍCOLA**

Miembro del Tribunal Examinador:

  
Ing. M.Sc. Emilio Marrero García  
Presidente

  
Ing. David López Campos  
Vocal

  
Ing. Miguel Ríos  
Secretario

Managua, 19 de Diciembre 2011

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<i>Sección</i>	<i>Página</i>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	<i>i</i>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<i>ii</i>
<b>DEDICATORIA</b>	<i>iii</i>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<i>iv</i>
<b>RESUMEN</b>	<i>v</i>
<b>ABSTRACT</b>	<i>vi</i>
<b>I INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
<b>III MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>4</b>
3.1 Recolecta del material genético	4
3.2 Localización del área experimental	4
3.3 Características del área experimental	5
3.4 Características edáficas básicas del sitio experimental	6
3.5 Poblaciones de tomate y nomas de riego (ensayo 1)	7
3.6 Poblaciones de tomate y niveles de biofertilizantes (ensayo 2)	7
3.7 Manejo Agronómico	8
3.8 Variables edáficas	10
3.9 Variables de planta	12
3.10 Análisis de la información	13
3.11 Análisis físico-químico del tomate silvestre	13
<b>IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>14</b>
4.1 Propiedades hidrofísicas del suelo	14
4.1.1 Curva de infiltración del agua a través del suelo	14
4.1.2 Capacidad de campo (Cc)	15
4.1.3 Densidad aparente (Da) y Densidad real (Dr)	16

4.1.4	Porosidad	16
4.1.5	Área humedecida	16
4.1.6	Coeficiente de uniformidad	17
4.2	El tomate silvestre de la RRGa	18
4.3	Análisis físico-químico en tomate silvestre de la RRGa	19
4.4	Evaluación de láminas de riego y biofertilizantes en poblaciones de tomate	20
4.5	Variables de crecimiento en poblaciones de tomate silvestres bajo normas de riego	22
4.6	Variables de crecimiento en poblaciones de tomate silvestres bajo niveles de biofertilizantes	29
<b>V</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	32
<b>VI</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	33
<b>VII</b>	<b>ANEXOS</b>	38
Figura 1a	Esquema del diseño de riego	39
Figura 2a	Fuente de abastecimiento para las diferentes normas de riego	40
Figura 3a	Siembras en bandejas y trasplante a bolsas de polietileno	40
Figura 4a	Establecimiento de las poblaciones en campo y tutorio	40
Cuadro 1a	Determinación de la infiltración del área experimental, prueba 1.	41
Cuadro 2a	Determinación de la infiltración del área experimental, prueba 2.	42
Cuadro 3a	Determinación de la infiltración del área experimental, prueba 3.	43
Cuadro 4a.	Comparación de diámetro mojado	44
Cuadro 5a	Datos de aforación del sistema de riego norma 1 (1.1 litros/planta/día)	44
Cuadro 6a	Datos de aforación del sistema de riego norma 2 (0.7 litros/planta/día)	45
Cuadro 7a	Datos de aforación del sistema de riego norma 3 (0.4 litros/planta/día)	45

## ÍNDICE DE CUADROS

<i><b>Cuadro</b></i>		<i><b>Página</b></i>
<b>1.</b>	Análisis físico-químico del suelo.	6
<b>2.</b>	Descripción de los tratamientos evaluados (ensayo 1).	7
<b>3.</b>	Descripción de los tratamientos a evaluar (ensayo 2).	7
<b>4.</b>	Promedio de los diámetros y las profundidades.	17
<b>5.</b>	Datos de aforación del sistema de riego	17
<b>6.</b>	Valor nutricional en crudo por cada 100 g de tomate.	20
<b>7.</b>	Análisis de varianza en variables y efecto de normas de riego y poblaciones de tomate.	21
<b>8.</b>	Análisis de varianza en variables y efecto de niveles de biofertilizantes y poblaciones de tomate.	22
<b>9.</b>	Significación estadística en racimos y frutos en poblaciones con normas de riego.	23
<b>10.</b>	Significación estadística en variables de tallo y hoja en poblaciones y biofertilizantes.	25
<b>11.</b>	Significación estadística en frutos verdes y maduros en poblaciones con normas de riego.	26
<b>12.</b>	Significación estadística en peso y volumen del fruto en poblaciones con normas de riego.	27
<b>13.</b>	Significación estadística en longitud y diámetro del fruto en poblaciones con normas de riego.	28
<b>14.</b>	Significación estadística en semillas por frutos y grados Brixs en poblaciones con normas de riego.	29
<b>15.</b>	Significación estadística en variables de fruto de las poblaciones de tomate silvestre y biofertilizantes.	30
<b>16.</b>	Significación estadística en variables de fruto en poblaciones y biofertilizantes.	31

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura</i>		<i>Página</i>
1.	Ubicación de las poblaciones de tomate silvestre ( <i>Lycopersicum</i> spp.) recolectadas en la Reserva de Recursos Genético de Apacunca (RRGA). Municipios de Villanueva y Somotillo, departamento de Chinandega.	4
2.	Condiciones climáticas en el área de estudio, temperatura, precipitación (mm.). Estación meteorológica Aeropuerto Internacional Augusto César Sandino (INETER, 2010).	5
3.	Curva de infiltración del agua a través del suelo en las áreas en que se aplicaron las diferentes norma de riego evaluadas con respecto al tiempo.	15
4.	Comportamientos de la capacidad de campo en diferentes muestras de suelo.	15
5	Colores encontrados en tomate silvestre en la RRGA.	19

## **DEDICATORIA**

A:

Nuestro señor Jesús por habernos iluminado nuestra vida con sabiduría, entendimiento y fortaleza para seguir adelante superando los obstáculos que se nos presentaron.

A nuestros padres por brindarnos confianza y apoyarnos incondicionalmente en nuestros estudios superiores.

A nuestra familia por brindarnos su apoyo, consejos y en nuestra formación profesional y en el desarrollo de nuestra vida.

***Br. Alexis Danilo Martinez Núñez***  
***Br. Noel Antonio Meza Granados***



## AGRADECIMIENTOS

A:

Dios nuestro señor por habernos brindados salud y habernos permitido seguir adelante en nuestros estudios y poder culminarlos con éxito.

A nuestros asesores, por brindarnos la oportunidad y ayuda para culminar nuestros estudios universitarios, dándonos siempre los conocimientos invaluable y regalarnos tantos consejos para la vida.

Al MSc. Álvaro Benavides González, MSc. Víctor Calderón Picado e Ing. Juan Carlos Morán Centeno por su valioso apoyo en el transcurso del trabajo de formación profesional.

A nuestros compañeros y amigos, Ing. Henry Duarte, Ing. Luis Obando y al Br. Sergio José Ñamendi Alemán por toda su ayuda y apoyo incondicional.

A nuestros compañeros de grupo, por habernos ofrecido una amistad incondicional y compartir todos estos años de carrera universitaria.

A la FAO, por el financiamiento del trabajo de Tesis, en el marco del proyecto Rescate, conservación y manejo sostenible del teocintle de Nicaragua (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz) en la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA).

A la Universidad Nacional Agraria, por brindarnos la oportunidad de desarrollar nuestra carrera en esta prestigiosa Alma Mater.

A los profesores, por su paciencia, apoyo y conocimientos brindados durante nuestra formación profesional.

A todo el personal que labora en el (CENIDA) por la atención durante el periodo de nuestros estudio superiores.

***Br. Alexis Danilo Martinez Núñez***  
***Br. Noel Antonio Meza Granados***

## RESUMEN

El presente estudio se realizó con el fin de determinar el comportamiento *ex situ*, de seis poblaciones de tomate silvestre (*Lycopersicum* spp ), implementando tres normas de riego (0.4, 0.7 y 1.1 litro/planta/día) por goteo y cuatro niveles de biofertilizante (0, 200, 300 y 400 cc/por bombas de 20 litros) El material genético se colectó en la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca, Chinandega, estableciendo un experimento en el área experimental de la facultad de agronomía adscrito a la Universidad Nacional Agraria, sobre un diseño de bloque con arreglos en franjas. Se encontró que las interacciones significativas corresponden a las variables de frutos, tallo y hojas, grados Brix de fruto y Semilla por fruto con respecto al factor riego y biofertilizante las interacciones significativas se observan para las variables de planta, frutos, Semilla de fruto y Brix de fruto. Se concluye que las diferentes poblaciones presentaron variación en muchas características cuantitativas y cualitativas, de acuerdo a los factores evaluados.

**Palabras Claves:** Riego por goteo, *Lycopersicum* spp, Biofertilizantes.

## ABSTRACT

Populations of wild tomato (*Lycopersicum* spp.), implementing irrigation three standards (0.4, 0.7 and 1.1 liters per plant per day) drip and four levels of biofertilizer (0, 200, 300 and 400 cc per pum of 20 liters of content) the genetic material is collected in the Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca, Chinandega, setting up an experiment in the experimental area of Facultad de Agronomía affiliated with the Universidad Nacional Agraria, on an experimental split-plot designs. Were found significant interactions of variables correspond to the fruit, stem and leaves, Brix of fruits and seeds per fruit with respect to irrigation and biofertilizer factor significant interactions observed for the variables plant, fruit, fruit seeds and fruit Brix. We conclude that different populations showed variation in many quantitative and qualitative characteristics, according to the factors evaluated.

**Keywords:** Drip irrigation, *Lycopersicum* spp, Biofertilizers

## **I. INTRODUCCIÓN**

Los recursos genéticos forman parte de la diversidad biológica, conocida como biodiversidad. Es en ésta en la que se basa el sustento que conforma la vida de este planeta (Álvarez, 2000; Souza *et al.*, 2001). El conocimiento de la biodiversidad que existe en un área determinada es de suma importancia para su conservación, principalmente dentro de las áreas protegidas, de las biosferas en general; en la actualidad no se cuenta con un listado de los parientes silvestres de las plantas cultivadas, por lo tanto la creación de un inventario de las especies silvestres es de suma importancia (Azurdia, 1996b).

Esto permitirá que en el futuro se realice el monitoreo frecuente para asegurarse su conservación eficiente y disponible para los mejoradores de plantas (Meyrat, 2001). Dentro de las especies silvestres encontramos el tomate de monte o tomatillo (*Lycopersicum* spp), el cual tiene su origen en el área mesoamericana y Suramérica, por lo tanto el estudio de las especies silvestres y/o malezas que se encuentran relacionadas con las especies cultivadas es de vital importancia, sin embargo estas cada vez son amenazadas por el proceso de erosión genética.

Tomando en cuenta que la producción mundial de tomate (tanto fresco como procesado), alcanzó 108 millones de toneladas en el año 2002. Para Nicaragua el MAGFOR, (2007); reporta que la explotación de tomate, disminuyó un 86% para los años 2007-2008 (4479.24 a 601.25 t); sin embargo, se mantiene entre las seis primeras hortalizas que aportaron a la economía del país.

De acuerdo con Rayo, (2001); el cultivo del tomate inicio en Nicaragua en el años de 1940, en el municipio de Tisma, departamento de Masaya; posteriormente se comenzó a distribuir en el resto del país. Ocupando uno de los primeros lugares en consumo y comercialización entre las hortalizas; los rendimientos varían en un rango de 12 a 18 t ha<sup>-1</sup> cultivándose anualmente de 2000 a 2500 hectáreas.

Las principales áreas de producción de tomate, están ubicadas en los departamentos de Matagalpa y Jinotega, particularmente en el Valle de Sébaco y Tomatoya. También se produce en menor escala en las zonas de Estelí, Malacatoya, Tisma y Nandaime. De acuerdo a la importancia de este rubro en la economía es necesario el estudio de las especies silvestres emparentadas, denominándose como tomates silvestres todas las especies relacionadas taxonómica y genéticamente con *Lycopersicum*, las cuales se agrupan en la secciones del género *Solanum*. La sección *Lycopersicum* agrupa 13 especies, y en ella se ubica el tomate cultivado, *Solanum Lycopersicum*.

Todas estas especies son exclusivamente sudamericanas y constituyen un recurso hereditario extremadamente importante para el mejoramiento genético del tomate que poseen una gran cantidad de genes para resistir factores bióticos (plagas y enfermedades) y abióticos (estrés hídrico y salino).

En Nicaragua, la planta de tomate a formado parte de los huertos familiares destinado principalmente para el autoconsumo, recientemente se han observado algunos genotipos en la zona norte de Chinandega, estos genotipos no han sido aprovechado de forma comercial en la creación de variedades resistente al ataque de mosca blanca (*Bemisia tabaci*), plaga que en los últimos años se ha convertido de un problema secundarios a la principal causa de pérdidas en este rubro (Jarquín, 2004).

Debido a esta problemática es de considerable importancia que se desarrollen estudios científicos en busca de una solución a esta situación y brinde a los productores herramientas para que puedan mejorar su sistema de producción, que sean amigable con el medio ambiente para obtener la sostenibilidad de los sistemas productivos.

Este trabajo se realizó para evaluar tres diferentes normas de riego y tres dosis de biofertilizantes, sobre seis poblaciones de tomate, en el país los estudios sobre especie silvestres no son comunes, representando una oportunidad de contribuir a su conservación *in situ* (en su hábitat natural) como *ex situ* (fuera de su hábitat natural), ya que dicha especie forma parte del reservorio genético para mejora de las variedades cultivadas de tomate.

## **II OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general:**

Generar información mediante la caracterización *ex situ* (fuera de su hábitat natural), de seis poblaciones de tomate silvestre (*Lycopersicum* spp), mediante la implementación de tres normas de riego y tres niveles de biofertilizante.

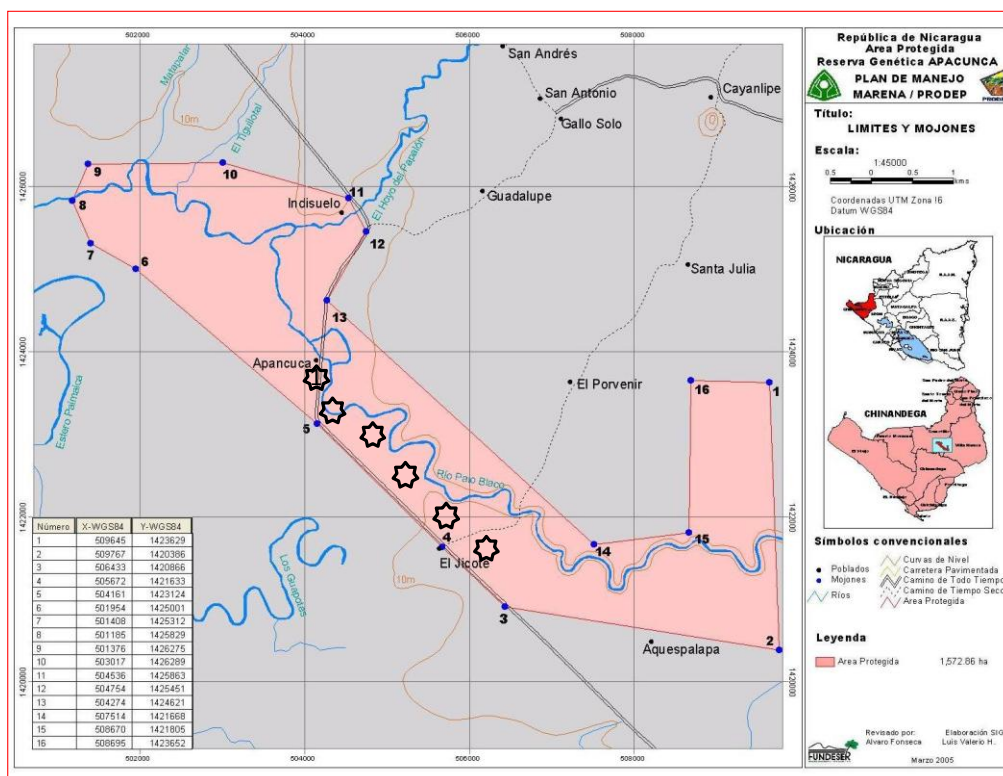
### **2.2 Objetivos específicos:**

- Evaluar el efecto de tres normas de riego por goteo sobre seis poblaciones de tomate silvestre en las variables de desarrollo.
- Evaluar el efecto de los niveles de biofertilizante sobre seis poblaciones de tomate silvestre en las variables de desarrollo.
- Determinar los mejores tratamientos a partir de las combinaciones de las poblaciones con las normas de riego y los niveles de biofertilizantes.

### III MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Recolecta del material genético

Para efectuar el ensayo, se utilizó semillas de tomate colectada en el año 2010 en la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA), que forma parte del corredor biológico mesoamericano (CBM), ubicada en el departamento de Chinandega, en el extremo nor-occidental de la macro región del Pacífico de Nicaragua.

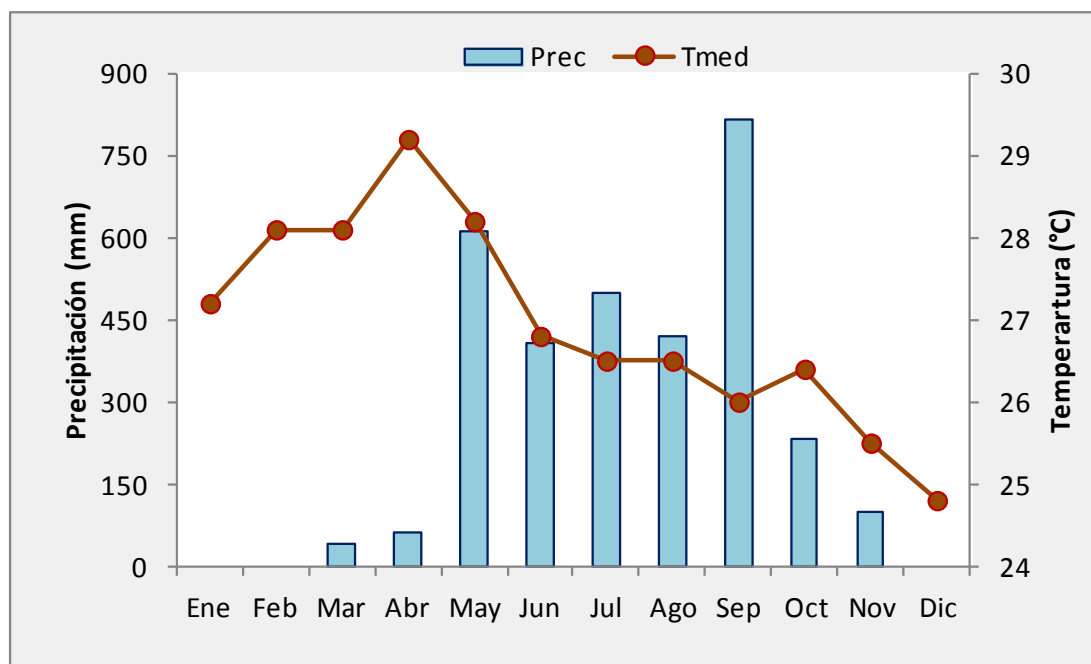


**Figura 1.** Ubicación de las poblaciones de tomate silvestre (*Lycopersicum* spp) recolectadas en la Reserva de Recursos Genético de Apacunca (RRGA). Municipios de Villanueva y Somotillo, departamento de Chinandega.

#### 3.2 Localización del área experimental

El ensayo se estableció en el departamento de Managua en el área experimental de la Facultad de Agronomía, adscrito a la Universidad Nacional Agraria (UNA), Ubicada en el kilómetro 12 carretera norte. Este se encuentra ubicado a una latitud, 12.08 Norte y una longitud, 86.10 Oeste a una altura de 43 msnm. El suelo presenta un pH de 7.5 a 8.5, con pendiente entre 0 y 2 % sin erosión.

La zona se caracteriza por su clima tropical de sabana, caracterizado por una prolongada estación seca y por temperaturas altas todo el año, que van desde 27 °C hasta 34 °C. La precipitación anual promedio para Managua es de 1100 a 1600 mm, Humedad Relativa de 75 % y vientos de 12 km/h.



**Figura 2.** Condiciones climáticas en el área de estudio, temperatura, precipitación (mm). Estación meteorológica Aeropuerto Internacional Augusto César Sandino (INETER, 2010).

### 3.3 Características del área experimental

#### Relieve

El municipio de Managua se caracteriza como un área predominantemente volcánica con rasgos geomorfológicos que varían desde planicies hasta montañas abruptas, estas son: Planicie de Managua, Sistema Montañoso de las Sierras de Santo Domingo, la sucesión de cerros y lagunas (Ticoma, Nejapa, Motastepe, Asososca y Xiloá) al oeste y coronando este paisaje la laguna de Tiscapa en el centro de la ciudad.

Además el territorio cuenta con un alto potencial de recursos hídricos tanto superficiales como subterráneos entre ellos se destaca el lago Xolotlán o Managua, la laguna de Asososca, principal fuente de agua potable, lagunas de Tiscapa, Nejapa, Apoyequé y Xiloá.



### Características socio-económicas

Managua es el departamento con la mayor actividad económica del país. Además centraliza muchos servicios y a las entidades de gobierno, las principales universidades y hospitales, el Aeropuerto Internacional de Nicaragua y los principales hoteles y negocios del país. Destacándose las actividades del sector terciario, en especial el comercio y servicios.

### Análisis de suelo

De acuerdo con el análisis de suelo según el laboratorio de suelos y aguas de la UNA (Cuadro 1), presentó un pH ácido, materia orgánica media, nitrógeno medio, fósforo y potasio alto, y una textura franco Arenoso (Arcilla 11.2%, Limo 28% y Arena 60.8 %).

**Cuadro 1.** Análisis físico-químico del suelo.

Prof Cm	pH H <sub>2</sub> O	MO %	N	P- pmm	K-	Ca	Mg Me/100 g suelo	Fe	Zn ppm	Mn	partículas Ar Lim Are		
25	8.03	2.6	0.13	22.8	4.68	25.01	11.02	0.98	1.12	28.48	11.2	28	60.8

\*Loc= Localidad; Prof= Profundidad; MO= Materia Orgánica; N= Nitrógeno; P= fósforo, K= potasio, Mg= magnesio, Fe= hierro, Zn= zinc, Mn=manganeso, Ar= arcilla, Lim= limo, Are= arena.

Este análisis se realizó con la finalidad de conocer las propiedades físico-químicas del suelo, para determinar normas de riego más adecuado, en la realización del estudio.

### 3.4 Características edáficas básicas del sitio experimental

#### Prueba de infiltración

Esta actividad se realizó en las diferentes áreas donde se aplicaron las diferentes normas de riego. Se ubicó el doble cilindro de forma vertical, este tiene un diámetro exterior de 30 cm y el interior de 15 cm con una altura de 10 cm quedando en la superficie 8 cm. Se utilizó una regla graduada en cm para medir el nivel del agua, posteriormente se procedió a llenar con agua y se registró el tiempo y el nivel dependiendo de la tasa de descenso.

#### Determinación de normas de riego

Para determinar las normas de riegos se utilizó el programa Crowat dependiendo de los resultados (máximo y mínimo), se tomó la decisión de utilizar el mínimo, intermedio y máximo para evaluar tres normas de riego, estos resultados son similares, a las normas recomendadas por Boris (2004).

### 3.5 Poblaciones de tomate y normas de riego (ensayo 1)

Los tratamientos, normas de riego y material genético se muestran en el Cuadro 2. Se establecieron un total de 162 plantas, para un total de 27 plantas por población, sobre un diseño de bloque con arreglos en franjas con tres réplicas (cada réplica conformada por tres plantas). Esto con el objetivo de obtener un mejor manejo agronómico, comodidad y levantamiento de la información.

**Cuadro 2.** Descripción de los tratamientos evaluados (ensayo 1).

	<b>Material genético</b>	<b>Normas de Riego</b> (litros/planta/día)
Niveles	<b>a<sub>1</sub></b> . Población 1 (P <sub>1</sub> )	<b>b<sub>1</sub></b> . 1.1
	<b>a<sub>2</sub></b> . Población 2 (P <sub>2</sub> )	<b>b<sub>2</sub></b> . 0.7
	<b>a<sub>3</sub></b> . Población 3 (P <sub>3</sub> )	<b>b<sub>3</sub></b> . 0.4
	<b>a<sub>4</sub></b> . Población 4 (P <sub>4</sub> )	
	<b>a<sub>5</sub></b> . Población 5 (P <sub>5</sub> )	
	<b>a<sub>6</sub></b> . Población 6 (P <sub>6</sub> )	

Las distancias entre hileras se establecieron a 1 m y 0.8 m entre plantas, la parcela tuvo una dimensión de 135 m<sup>2</sup>, constituyéndose como parcela útil 9 m<sup>2</sup>, para un total de 9 plantas por tratamientos.

### 3.6 Poblaciones de tomate y niveles de biofertilizantes (ensayo 2)

Los tratamientos, niveles de biofertilizante y material genético se muestran en el Cuadro 3. Se establecieron un total de 216 plantas, esto para tener un total de 36 plantas por población, sobre un diseño de bloque con arreglos en franjas con tres réplicas (cada réplica conformada por tres plantas). Esto con el objetivo de obtener un mejor manejo agronómico, comodidad y levantamiento de la información.

**Cuadro 3.** Descripción de los tratamientos a evaluar (Ensayo 2)

	<b>Material genético</b>	<b>Dosis de Biofertilizante (cc)</b>
Niveles	<b>a<sub>1</sub></b> . Población 1 (P <sub>1</sub> )	<b>b<sub>0</sub></b> . 0
	<b>a<sub>2</sub></b> . Población 2 (P <sub>2</sub> )	<b>b<sub>1</sub></b> . 100
	<b>a<sub>3</sub></b> . Población 3 (P <sub>3</sub> )	<b>b<sub>2</sub></b> . 200
	<b>a<sub>4</sub></b> . Población 4 (P <sub>4</sub> )	<b>b<sub>3</sub></b> . 300
	<b>a<sub>5</sub></b> . Población 5 (P <sub>5</sub> )	
	<b>a<sub>6</sub></b> . Población 6 (P <sub>6</sub> )	

\*Las dosis de biofertilizantes, se calcularon en base al área utilizada en el experimento

Las distancias entre hileras se establecieron a 1 m y 0.8 m entre plantas, la parcela tendrá una dimensión de 178 m<sup>2</sup>, la parcela útil, estaba conformada por 7.2 m<sup>2</sup> para un total de 9 plantas por tratamientos, esto para disminuir el efecto de borde.

Las coordenadas geográficas donde se recolectaron las muestras de tomate silvestre fueron las siguientes: **P<sub>1</sub>** (1251588, 8656116), **P<sub>2</sub>** (1251903, 8656342), **P<sub>3</sub>** (1286448, 8694936), **P<sub>4</sub>** (1287461, 8696199), **P<sub>5</sub>** (1286456, 8614929), **P<sub>6</sub>** (1285811, 8694891).

### **3.7 Manejo Agronómico**

#### **Establecimiento del semillero**

La siembra del semillero se realizó en bandejas de polietileno de 108 orificios; Se utilizó 200 gramos de humus de lombriz como sustrato, dándoles protección durante los primeros 25 días en invernadero, posteriormente se seleccionaron las mejores plántulas para su trasplante, una vez que alcanzaron los 20 cm de altura.

#### **Preparación del suelo de los ensayos experimentales**

La preparación del terreno se efectuó de manera tradicional (Limpieza y hoyado manual). Se estableció las plántulas el día nueve de febrero. De igual forma se realizaron las prácticas de aporque y riego. El material genético fue sometido a tres normas de riego por goteo y tres dosis de biofertilizantes.

#### **Siembra**

Se trasladaron las plántulas una vez que alcanzaron los 20 cm, establecieron 162 plantas en el ensayo 1 y en el 2 ensayo se establecieron 216, para un total de 378 plantas.

#### **Tutoreo**

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos tengan contacto con el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (recolección). Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades (Boris, 2004).

Esta actividad se llevó a cabo en día cuatro de marzo, en ambos ensayos; poniendo una lienzo a una altura de 10 cm del suelo, utilizando tutores de bambú de 150 cm, enterrándose a una profundidad de 40 cm, tomando en cuenta que la planta alcanzan una altura de 100 cm.

### **Riego**

El riego es una actividad muy fundamental en el cultivo de tomate. Se ha establecido que es necesario aplicar entre 1 y 2 litros de agua por planta por día (Corpeño *et al.*, 2004). El sistema de riego empleado en la parcela experimental fue el de goteo por su fácil acceso, el bajo costo y su eficiencia.

Este se realizó todos los días por la tarde, para reducir la pérdida de agua por evaporación, garantizando un mayor aprovechamiento de la planta. El sistema se estableció de manera artesanal utilizando baldes plásticos con una capacidad de 20 litros dependiendo de la norma se determinó la cantidad de balde a utilizar, sobre una estructura de 1 m de altura para facilitar la descarga, mangueras conductoras, tuberías principal de PVC de 3 pulgadas de diámetro, cada tubería principal está compuesta de tres laterales para cada norma. Los laterales utilizados fueron cintas de riego, los emisores de riego o goteros se encontraban a una distancia de 0.35 m.

### **Biofertilizantes**

Los biofertilizantes son productos a base de microorganismos benéficos del suelo, en especial bacterias y/o hongos, que viven asociados o en simbiosis con las plantas y ayudan de manera natural a su nutrición y crecimiento, además de ser mejoradores de suelo. Los niveles 100, 200 y 300 cc, se aplicaron en bomba de 20 litros, y se determinó el volumen utilizado (método de prueba en blanco), estos niveles se utilizaron en base a las recomendaciones, del JICA, a productores de hortalizas, para incrementar los rendimientos en sus cultivos.

### 3.8 Variables edáficas

Las variables de riego capacidad de campo (Cc), densidad Parente (Da), densidad real (Dr), bulbo húmedo, curva de retención de agua por el suelo y la curva de infiltración de agua a través del suelo, punto de marchitez permanente (Pmp).

#### Curva de infiltración de agua a través del suelo

Para la realización de la curva se tomó en cuenta la diferencia de la lectura inicial y la lectura final con respecto al tiempo. Indicando que en los primeros se obtuvo una mayor infiltración debido a que el suelo se encontraba a capacidad de campo y en las ultimas lecturas los datos fueron semejantes, es el punto donde el suelo presenta la capacidad de absorción de agua comúnmente llamado suelo saturado, las lecturas se dejaron de tomar hasta el momento que dos lecturas son semejantes.

Para la determinación de la curva de retención se utilizó los datos obtenidos en la prueba de infiltración con el doble cilindro, se determinó con la siguiente fórmula:

$$I = \frac{Dh \times 600}{t} = mm/hr$$

Dónde:

I: velocidad de infiltración en mm/hr.

Dh: diferencia de altura de agua (cm).

t: tiempo en hora.

#### Capacidad de campo (Cc)

Es el estado o nivel de humedad que alcanza un suelo saturado cuando ha cesado el drenaje interno del mismo. Esta es una propiedad hidrofísica que define la capacidad de un suelo de retener un volumen determinado de agua en un sistema poroso a partir de su potencial matrico. Esta variable se obtuvo mediante los muestreos de suelo antes y después del riego, cuando estaba instalado el riego para observar si mostraban diferencias y se calculó mediante la fórmula propuesta por Marrero (2006).

$$Hp = \frac{Psh - Pss}{Pss} \times 100 = \%$$

Hp: Humedad presente en %

Psh: peso del suelo húmedo en g

Pss: peso del suelo seco en g

### **Densidad aparente (Da) y densidad real (Dr)**

Estas variables se determinaron mediante los muestreos y textura del suelo. En el laboratorio de suelo y agua de la universidad nacional agraria, las ecuaciones para la determinación son las siguientes:

$$Da = \frac{Pss}{volumen., Total} = g / cm^3$$

Da: Densidad aparente en g/cm<sup>3</sup>.

Pss: peso del suelo seco en g

$$Dr = \frac{peso.de.solido}{volumen.solido} = g / cm^3$$

### **Porosidad total (poros)**

Los terrenos arenosos son ricos en macroporos, permitiendo una rápida infiltración del agua, pero tienen una muy baja capacidad de retener el agua, mientras que los arcillosos son ricos en microporos y pueden manifestar una escasa aeración, pero tiene una elevada capacidad de retención del agua. Esta variable se determinó, una vez obtenida la densidad aparente y la real, mediante la fórmula:

$$P = (1 - \frac{Da}{Dr}) \times 100 = \%$$

P: Porosidad

Da: Densidad aparente

Dr: Densidad real

### **Área humedecida**

El diámetro mojado dependerá de la jornada de riego, textura del suelo. Esta variable se determinó midiendo con una regla milimetrada el área mojada generada por los goteros en las tres normas de riego posteriormente comparados con los diámetros mojados establecido por la FAO y Duarte *et al.*, (2010), con respecto a la textura del suelo.

### **3.9 Variables de planta**

#### **Longitud y ancho de la hoja primaria**

La medición se efectuó con una regla milimetrada desde el área de inserción del pedúnculo al ápice del foliolo central (mm), de la planta. De la misma manera se midió el ancho. Tomando como punto de referencia la parte central de la hoja.

#### **Diámetro del tallo**

Esta variable se tomó en milímetros, para ello se utilizó un vernier digital.

#### **Altura y Longitud entre nudo de la planta**

Esta variable se tomó en centímetros (cm), con una regla milimetrada realizando las mediciones desde el nivel del suelo hasta el punto más alto de la planta. En cambio para la longitud de entre nudos se evaluó la distancia entre dos nudos de la parte central de la planta.

#### **Longitud y Diámetro de fruto**

Se realizó en milímetros (mm). Utilizando un vernier digital en el radio longitudinal y ecuatorial a un total de 15 frutos por tratamientos.

#### **Peso del fruto y peso de 100 semillas**

Se pesaron los frutos y se obtuvo el peso promedio general. Para el peso de semilla se extrajo un total de 100 semillas de los de frutos y luego se procedieron a pesar.

#### **Volumen**

El volumen de fruto se determinó en mililitro (ml) por medio de una probeta de 500 ml de agua. En la que se sumergían los frutos y luego se medía el agua desplazada y se dividía entre la cantidad de frutos sumergidos para obtener un promedio general de los frutos.

### **Número de semilla por fruto**

Para esta variable se adquirió cortando el fruto por la mitad luego y se contabilizaron las semillas de cada fruto tomando 15 frutos por tratamiento evaluado.

### **Color de fruto**

Para determinar el color de fruto seleccionamos los colores más representativo de cada población después se clasifico con la tabla de colores de Methuen (Kornerup y Andreas, 1984).

### **Grados Brix**

Los grados Brix representan la concentración de los sólidos solubles. Se tomaron 15 frutos por tratamientos se extrajo el jugo, para ello se usó un refractómetro.

### **3.10 Análisis de la información**

La información se procesó en hojas electrónicas de (Excel) para su posterior análisis estadístico con SAS (v. 9.2), para ambos ensayos. Los datos continuos fueron sometidos a análisis de varianza (ANDEVA), y la agrupación de valores medios se realizó a través de la Mínima Diferencia Significativa de Fisher (LSD,  $\alpha=0.05$ ).

### **3.11 Análisis físico-químico de tomate silvestre**

Una muestra de tomate (Maduro firme, estado 6 de color USDA) silvestre de la RRGa, fue remitida al Laboratorio de Tecnología de Alimentos (LABAL), adscrito al Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC) del Gobierno de Nicaragua para determinar su análisis físico químico. Fue utilizado la metodología oficial propuesta por la AOAC para análisis.



## **IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El grado de deterioro de suelos puede ser tal que sobrepase su capacidad de resistencia. Tal como señala la EEA (2003), la capacidad de recuperación del suelo implica que el daño que se le provoca, muchas veces no es apreciado hasta que se encuentra en un estado muy avanzado. Siguiendo el principio de precaución, y teniendo en cuenta el bajo ritmo de formación del suelo, puede ser considerado como recurso limitado y no renovable en una escala de 50 a 100 años.

En ese sentido, se hace necesario evaluar la forma en que se está usando el recurso suelos, puntualizando los problemas más destacados y delimitando las áreas críticas, para poder priorizar las acciones para manejar y conservar este recurso. Se espera que la información generada permita a los actores locales del municipio priorizar estrategias, programas y proyectos, tendientes a atacar las restricciones y aprovechar las oportunidades y potencialidades de los suelos.

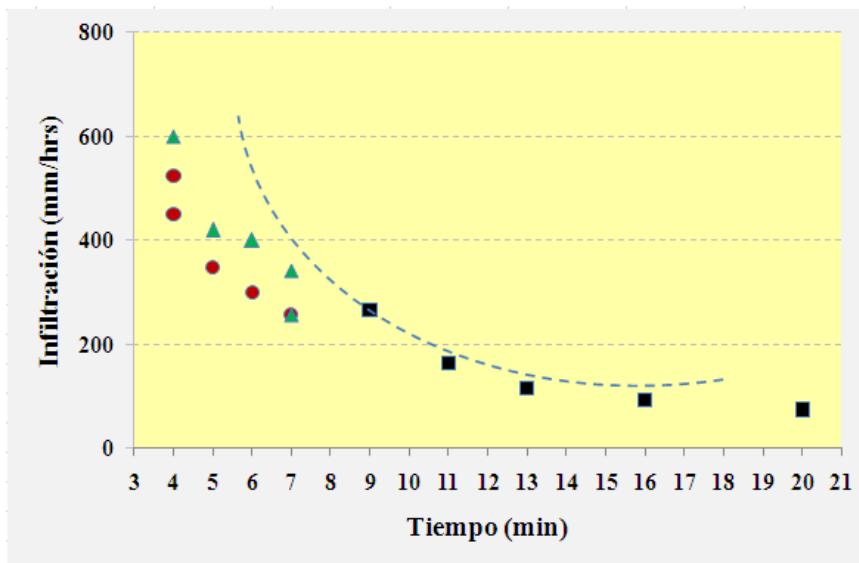
### **4.1 Propiedades hidrofísicas del suelo**

Las propiedades hidrofísicas de un suelo son aquellas características intrínsecas que definen sus capacidades de retención y circulación del agua dentro de su sistema poroso. Marrero, (2006).

#### **4.1.1 Curva de infiltración del agua a través del suelo**

La infiltración es el proceso por el cual el agua penetra desde la superficie del terreno. En una primera etapa satisface la deficiencia de humedad del suelo en una zona cercana a la superficie, y posteriormente superado cierto nivel de humedad pasa a formar parte del agua subterránea, saturando los espacios vacíos (Vélez *et al.*, 2002).

En el comportamiento de las curvas de infiltración en las diferentes áreas en que se aplicaron distintas normas de riego se presentó una estrecha relación entre las curvas de infiltración de la Prueba 3 y la Prueba 2, mientras que la Prueba 1 su comportamiento se diferenció de las demás (Figura 3).

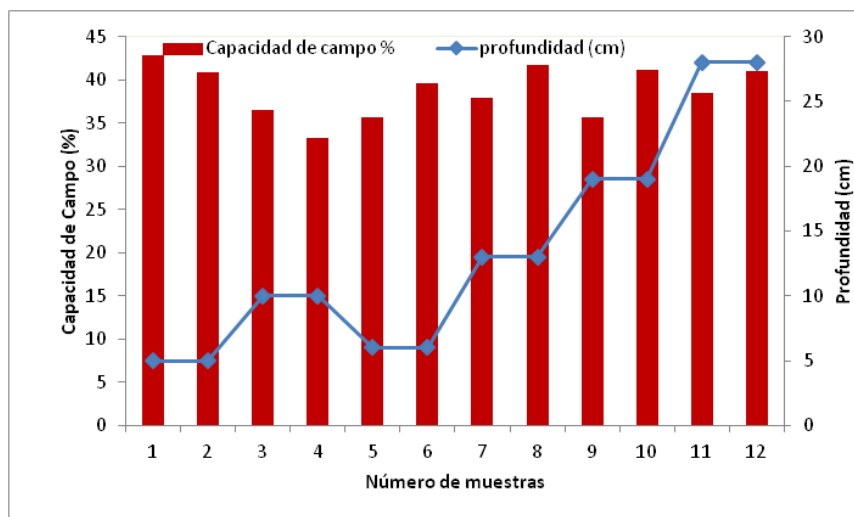


**Figura 3.** Curva de infiltración del agua a través del suelo en las áreas en que se aplicaron las diferentes norma de riego evaluadas con respecto al tiempo.■ = Prueba 1, ▲ =Prueba 2, ● = Prueba 3.

El comportamiento de los datos nos indica que la velocidad de infiltración es alta con respecto al tiempo, posteriormente disminuir y hacerse constante una vez que el suelo alcanzado la saturación (Anexo 2).

#### 4.1.2 Capacidad de campo (Cc)

Los resultados alcanzados mediante el muestreos gravimétrico a profundidades entre 10,13 y 20 cm presentando diferentes porcentaje de humedad en las distintas profundidades que alcanzo el bulbo humedad en las tres normas evaluadas (Figura 4).



**Figura 4.** Comportamientos de la capacidad de campo en diferentes muestras de suelo.

La gráfica muestra bajos porcentajes de retención de humedad en las muestras 4, 5 y 9, en cambio las muestra 7, 10 y 11, demostraron lo contrario una mejor retención de humedad presentando diferencias entre las muestra. El porcentaje de retención de agua que presenta este suelo es alto favoreciendo a la raíces de la planta para un mejor aprovechamiento de las mismas una vez aplicado el riego se determinaron valores determinado que oscilaron entre 33.33 y 58.33 % de humedad en el suelo.

#### **4.1.3 Densidad aparente (Da) y Densidad real (Dr)**

La densidad aparente del suelo (peso seco del suelo/ volumen) depende de varios factores tales como: la densidad de las partículas del suelo mineral, la cantidad de materia orgánica, la compactación del suelo, las actividades de animales que excavan en la tierra, tales como las lombrices y la abundancia de las raíces de las plantas (Carpo y Fundora, 1994). Según los resultados de las muestras analizadas en el laboratorio de suelo y agua la densidad aparente es de  $1.16 \text{ g/cm}^3$ , densidad real de  $2.43 \text{ g/cm}^3$ . Estando vinculadas con las partículas del suelo, asimismo el movimiento del agua a través del suelo (Marrero, 2006).

#### **4.1.4 Porosidad**

Es aquella parte del volumen total ocupada por el aire o agua, según el nivel de humedad que el suelo presente (Marrero, 2006). De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de suelo, se determinó en un 52% de porosidad, clasificándolo como un suelo mineral.

#### **4.1.5 Área humedecida**

El riego por goteo se caracteriza por dejar un esquema en forma circular la cual depende de la norma o lamina aplicada. Una vez que el riego ha concluido se procedió a la medir la área mojada generada por los gotero en las diferentes normas de riego realizando mediciones en las tres normas de riego evaluada (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Promedio de los diámetros y las profundidades

Norma	Profundidad (cm)	Diámetro(cm)
1.10 litros/planta/día	28	15
0.70 litros/planta/día	13	12
0.40 litros/planta/día	10	8.5

La norma que alcanzo la mayor área humedecida fue la norma 1.1 litros/planta/día con un diámetro 15 cm y con una profundidad de 28 cm. Esto depende la cantidad de agua que se aplicó en cada norma dado a que entre más agua se aplica mayor será el área humedecida.

Estos resultados en comparación con Duarte *et al.*, (2010) y la FAO (2001), presentaron igualdad debido a que los diámetros y profundidad de humedecimiento en dicha variable se encontraban dentro de los rangos establecidos (Cuadro 4).

#### 4.1.6 Coeficiente de uniformidad

Se aforó el sistema de riego ubicado en la parcela experimental para conocer la cantidad de agua que descargaba cada emisor de riego en las tres normas evaluadas. Esta actividad se realizó en nueve puntos de las tres normas localizados al inicio, al centro y al final de las cintas de riego con el objetivo de determinar la uniformidad de la aplicación del riego empleando el método del cuarto menor usado por García (2002).

Se utilizaron baldes como fuentes de abastecimiento variando en dependencia para cada norma, la cantidad de los mismo debido a que en la norma 1 se utilizaron 3 baldes, en la norma 2 se ocuparon 2 baldes y en la norma 3 se utilizó solamente uno. Esto dependió de la cantidad de agua que se necesitó para satisfacer las normas de riego aplicadas en este estudio (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Datos de aforación del sistema de riego

Norma	Volumen (l )	Tiempo (minutos)	Q (l/S)	C.u
1	60	51.13	0.019	87
2	40	35.00	0.019	95
3	20	13.18	0.025	90

\*Q= Caudal l/s= litros por segundo; Cu= coeficiente de uniformidad. Área máxima irrigada ha<sup>-1</sup> = 0.004

#### 4.2 El tomate silvestre de la RRGa

La Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA) presenta diversidad genética de interés, y especies de alto potencial, entre las cuales se destacan el teocintle (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz), tomate (*Lycopersicum* spp.), papayas (*Carica* spp.), cucúrbitas silvestres, entre otras especies (Benavides *et al.*, 2010). Las plantas se encuentran a orilla de cercos, y el avance de la frontera agrícola, la presencia del ganado menor y aves, y la continuación de viviendas han acelerado el proceso de erosión genética.

El tomate silvestre de la RRGa, también se le conoce como tomate de gallina, tomatillo, tomatito, tomate de monte, tomate de cerco, se desarrolla en su hábitat en la época de verano. Se cultiva en huertos familiares y los frutos se consumen frescos y son utilizados en los alimentos de las familias, en la zona no se reporta algún manejo agronómico. Las plantas de tomate silvestre, en ocasiones presenta síntomas de virosis y daños en la hoja causados por el minador de la hoja (*Lyriomiza* spp); sin embargo la producción de tomates, aunque disminuye no cesa.

Alvarez-Hernández *et al.*, (2009), identificaron muchas especies de plagas asociadas al tomate silvestre, las cuales no frenaron la producción; de igual manera, Sánchez-Peña *et al.*, (2006), citados por los mismos autores, muestrearon poca incidencia de mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Nuez (1995); citado por Prohens *et al.*, (2003), informa que especies endémicas de tomates (*L. cheesmanii*) en las Islas Galápagos, tienen características de interés para la mejora genética del tomate cultivado, tales como resistencia a salinidad, estrés hídrico, contenido de azúcares, caroteno, tolerancia a patógenos, articulación del pedicelo, entre otros.

Las muestras de tomate silvestre de la RRGa varían en color (Figura 5), las tonalidades encontradas son combinaciones de amarillo, anaranjado y rojo, con mayor frecuencia rojo-naranja (9B8), rojo-amarillo (7B8), y naranja-amarillo (6A7).



**Figura 5.** Colores encontrados en tomate silvestre en la RRGa.

Estas variaciones obedecen al contenido de pigmentos licopeno y caroteno. Estos colores también son mencionadas por Prohens *et al.*, (2003), en las especies *L. typicum*, *L. minor*, *L. ceras.*, y *L. pimp.* De igual manera, Crisanto-Juárez *et al.*, (2010), también reportaron estos colores en tomates silvestres.

#### **4.3 Análisis físico-químico en tomate silvestre de la RRGa**

El fruto del tomate silvestre es una baya, con un sabor ligeramente ácido. El tomate presenta poca cantidad de calorías, siendo la mayor parte de su peso constituida por agua y el segundo constituyente en importancia son los hidratos de carbono (Cuadro 3). Contiene azúcares simples que le confieren un ligero sabor dulce y algunos ácidos orgánicos que le otorgan el sabor ácido característico. El tomate es una fuente importante de ciertos minerales, como el potasio y el magnesio.

De su contenido en vitaminas destacan la B1, B2, B5 y la vitamina C. Presenta también carotenoides como el licopeno (pigmento que da el color rojo característico al tomate). La vitamina C y el licopeno son antioxidantes con una función protectora del organismo (<http://www.consumer.es>).

Las fibras son los carbohidratos no digeribles y lignina que se encuentran intactos en las plantas; y las cenizas como los residuos inorgánicos de los alimentos que permanecen en la muestra posterior a la ignición u oxidación completa de la materia orgánica.

El tomate está entre los alimentos con bajo contenido en fibra (< 2g/100 g de alimento). En el Cuadro 6, se muestran los valores por cada 100 g, tanto en las variedades comerciales como en el tomate silvestre recolectado en la RRGa. Se puede observar que los análisis en cuanto a proteínas y agua son similares; no así en el contenido de grasa, que es casi nulo en el tomate silvestre nicaragüense.

**Cuadro 6.** Valor nutricional en crudo por cada 100 g de tomate.

Contenido	Tomate comercial*	Tomate silvestre**
Agua	95	92.43
Calorías (Kcalorías)	23	--
Proteínas	0.8	0.78
Grasas	0.2	0.00
Hidratos de Carbono	3.5	--
Fibra	1.8	0.72
Cenizas	0.6	1.47

Fuente: \*USDA, <http://www.consumer.es/>, \*\*LABAL-MIFIC

#### **4.4 Evaluación de láminas de riego y biofertilizantes en poblaciones de tomate**

Con el uso de los biofertilizantes se pretende mejorar la productividad agrícola y disminuir los costos de producción al mismo tiempo que se reduce la degradación de los sistemas agrícolas causada por el uso de agroquímicos y por las prácticas agrícolas que causan la erosión del suelo (Biofabrica, 2011).

El análisis de varianza refleja que el factor población presento efectos significativos en las variables número de racimos, frutos verdes, frutos maduros, peso de frutos, longitud, diámetro y volumen, en lo referente al factor normas este influyen únicamente en la cantidad de frutos maduros, frutos totales y los grados Brix, la interacción de ambos factores es altamente significativa solamente para la variable frutos maduros, durante la primera cosecha (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Análisis de varianza en variables y efecto de normas de riego y poblaciones de tomate.

<b>Variables</b>	<b>Bloque</b>	<b>Población</b>	<b>Norma</b>	<b>Pob*Norma</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>CV</b>
<b>Primera Cosecha</b>						
Número de racimo	0.471	0.050	0.413	0.631	0.55	39.29
Total de fruto	0.081	0.275	0.025	0.173	0.71	30.57
Fruto verde	0.062	0.050	0.069	0.171	0.73	33.93
Fruto maduro	0.439	0.000	0.007	0.005	0.70	45.41
Peso de fruto	0.337	0.008	0.724	0.463	0.60	29.47
Volumen de fruto	0.545	0.010	0.861	0.255	0.64	34.56
Longitud del fruto	0.413	0.009	0.385	0.355	0.63	26.65
Diámetro de fruto	0.521	0.007	0.476	0.347	0.63	26.70
Semilla por fruto	0.051	0.160	0.090	0.792	0.64	8.98
Brix de fruto	0.287	0.0002	0.002	0.525	0.77	8.78
<b>Segunda Cosecha</b>						
Número de racimo	0.173	0.214	0.017	0.031	0.72	31.10
Total de fruto	0.162	0.665	0.058	0.261	0.65	37.13
Fruto maduro	0.105	0.167	0.018	0.231	0.70	39.51
Peso de fruto	0.577	0.066	0.013	0.627	0.65	19.43
Diámetro de fruto	0.372	0.159	0.050	0.767	0.58	10.45
Volumen de fruto	0.853	0.019	0.020	0.825	0.66	23.83
Semilla por fruto	0.632	0.021	0.068	0.968	0.60	15.04
Brix de fruto	0.272	0.063	0.070	0.033	0.70	13.30
Ancho de hoja	0.476	0.081	0.004	0.204	0.68	10.30
Longitud de la hoja	0.211	0.008	0.188	0.083	0.71	10.50
Diámetro de tallo	0.326	0.018	0.447	0.812	0.58	10.73

\* **Pob**= Población; **R<sup>2</sup>**= Coeficiente de determinación; **CV**= Coeficiente de variación.

En la segunda cosecha se encontró que el diámetro de tallo, longitud de hoja, volumen de fruto y semilla por frutos, muestran diferencias en cuanto a las poblaciones evaluadas, con respecto a la norma de riego se encontró diferencias estadísticas en las variables ancho de hoja, número de racimos, total de frutos, frutos maduros, peso de frutos, diámetro y volumen de fruto, las interacciones de ambos factores únicamente el número de racimos y los grados Brix, muestran diferencias significativas (Cuadro 7).



Con respecto al ensayo dos, el bloqueo no surgió efecto sin embargo en las poblaciones existe alta significación estadística en las variables, longitud de entrenudos, longitud y ancho de la hoja, altura de planta y diámetro del tallo, longitud, volumen, semilla del fruto, grado Brix de fruto; el biofertilizante influye en el número de racimo, número de frutos verde, longitud de entrenudo, longitud y ancho de hoja, altura y diámetro de planta, la interacción de ambos factores influyen en la longitud de entrenudo y ancho de hoja, altura de planta y longitud de fruto, esto se debe a la aplicación de nutrientes directamente a las hojas, al ser esta una especie silvestres, responde bien a la concentración de nutrientes (Cuadro 8).

**Cuadro 8.** Análisis de varianza en variables y efecto de niveles de biofertilizantes y poblaciones de tomate.

<b>Variables</b>	<b>Bloque</b>	<b>Población</b>	<b>Bio</b>	<b>Pob*Bio</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>CV</b>
Número de racimo	0.884	0.050	0.034	0.843	0.489	78.203
Frutos por planta	0.864	0.005	0.132	0.832	0.446	92.842
Fruto verde	0.996	0.198	0.014	0.455	0.573	102.999
Long entrenudos	0.068	0.000	0.002	0.001	0.814	16.046
Long de la hoja	0.375	0.000	0.030	0.009	0.859	16.671
Ancho de hoja	0.818	0.000	0.047	0.121	0.726	23.888
Altura de planta	0.676	0.000	0.000	0.001	0.873	12.766
Diámetro de tallo	0.593	0.001	0.001	0.160	0.747	17.515
Longitud del fruto	0.947	0.003	0.179	0.027	0.731	20.127
Volumen de fruto	0.688	0.005	0.178	0.719	0.618	61.754
Semilla de fruto	0.531	0.007	0.393	0.583	0.645	26.695
Brix de fruto	0.334	0.008	0.156	0.511	0.669	19.658

\*Pob= Población; R<sup>2</sup>= Coeficiente de determinación; CV= Coeficiente de variación.

#### **4.5 Variables de crecimiento en poblaciones de tomate silvestres bajo normas de riego**

Mediante el análisis de rango múltiple se determinó que el número de racimos muestra diferencias estadísticas ( $\alpha < 0.05$ ) en los factores estudiados para la primera y segunda cosecha en donde la población uno supera a las restantes (7.12 y 11.41 racimos), siendo la población seis (4.07 y 7.48 racimos) la que menor número de racimos presento en ambas cosechas; el factor riego presento diferencias estadística únicamente en la segunda cosecha; alcanzándose interacción significativa en el factor población para la primer cosecha, en cambio en la segunda cosecha el factor norma fue el que logro interacción significativa (Cuadro 9). Presentando valores inferiores a los reportados por Carrillo y Chaves (2010).

El riego no demostró diferencias estadísticas en los factores estudiados. Mostrando diferencias únicamente en la segunda cosecha, las poblaciones manifestaron un comportamiento similar en cuanto a la cantidad de frutos maduros, con respecto al riego la norma (0.7 litros/planta/día), superó a las otras normas. Carrillo y Chaves (2010), reportan resultados similares a los de este estudio (Cuadro 9).

**Cuadro 9.** Significación estadística en racimos y frutos en poblaciones con normas de riego.

Factores		Número de racimos		Frutos por planta	
		PC	SC	PC	S C
Población	P <sub>1</sub>	7.12 a	11.41 a	21.84 a	31.28 a
	P <sub>2</sub>	5.64 ab	10.53 ab	18.51 a	28.88 a
	P <sub>3</sub>	5.77 ab	9.60 ab	22.04 a	27.99 a
	P <sub>4</sub>	6.42 ab	9.30 ab	23.62 a	27.18 a
	P <sub>5</sub>	6.48 ab	9.01 ab	21.67 a	25.56 a
	P <sub>6</sub>	4.07 b	7.48 b	17.08 a	23.28 a
Norma de Riego	1.1	5.63 a	8.78 b	18.25 b	24.99 b
	0.7	6.52 a	11.41 a	24.27 a	32.29 a
	litros/planta/día 0.4	5.59 a	8.66 b	19.87 b	24.74 b

\*Promedios con igual letra, no difieren estadísticamente (LSD,  $\alpha=0.05$ ); PC =Primer cosecha y SC=Segunda cosecha.

### Altura de planta

En la variable altura de planta no se observa diferencias entre las poblaciones estudiadas, siendo la norma (0.7 litros/planta/día), que supera a las demás, sin embargo, el menor diámetro y la menor longitud de entre nudos, la longitud de hoja y ancho de hoja se encontró para la población tres (P<sub>3</sub>), en lo referente a las normas de riego únicamente para el ancho de hoja se observó diferencias en donde la norma de (0.7 litros/planta/día), sobresale (Cuadro 9). Quedando por debajo de los resultados presentados por Carrillo y Chaves (2010).

El biofertilizante presentó diferencias estadísticas entre las cuatro dosis analizadas obteniendo el mayor resultado la de 200 (cc). De acuerdo a González (2002), estas especies silvestres muestran un crecimiento indeterminado, llegando a finalizar su ciclo, únicamente cuando las condiciones ambientales se encuentran adversas.

### **Diámetro de tallo**

Se determinó que la P<sub>4</sub> (8.40 mm), P<sub>1</sub> (8.07 mm), P<sub>2</sub> (7.96 mm) y la P<sub>5</sub> (7.82 mm) fueron las que alcanzaron mayor diámetro. Con respecto a las normas de riego tienen efecto sobre esta variable presentando con la norma intermedia los resultados más altos.

El biofertilizante presento diferencias estadísticas en las distintas dosis puestas en discusión obteniendo mejor resultado la de 300 (cc), superando al testigo (Cuadro 9), estos resultados son inferiores a los encontrados por Carrillo y Chaves (2010). Es una característica muy particular del tomate silvestres, mostrando crecimientos indeterminado (indefinido), es decir, el tallo presenta un ápice meristemático que provoca un crecimiento continuo (González, 2002).

### **Longitud entre nudos**

Se encontró diferencias estadísticas en los factores evaluados, donde la P<sub>2</sub> (3.84 cm) y la P<sub>4</sub> (3.98 cm) son las poblaciones que obtuvieron mayor longitud en los nudos, el riego no mostro diferencias estadísticas, sin embargo las dosis de biofertilizantes se encontró significación, con respecto al testigo (Cuadro 10), siendo inferiores a los reportados por Carrillo y Chaves (2010). La longitud de entrenudo promedio fue de 3.73 cm y 2.75 cm en el tomate silvestre de la RRGa para el efecto de riego y biofertilizante, respectivamente; estos promedios coinciden con los reportados por Prohens *et al.*, (2010) en *L. typicum*, (3.34±0.48), y *L. minor*. (2.96±0.38).

El peso promedio de fruto fue de 1.72 y 1.34 g para las normas de riego y niveles de biofertilizante. Prohens *et al.*, (2010), reportan intervalos de 1.03±0.15 para Gal red; y 0.43±0.12, 0.35±0.03, 0.77±0.19, 5.41±1.5 y 1.07±0.07 en *L. typicum*, *L. minor*, *L. ceras.*, y *L. pimp*, respectivamente.

Los grados Brix reportados tuvieron un rango entre 4.29 y 5.72; Prohens *et al.*, (2010), reportan intervalos de 10.37±0.88 en *L. typicum*, 14.29±0.52 en *L. minor*, 6.30±1.16 en *L. ceras*, y 8.56±0.48 en *L. pimp*.

**Cuadro 10.** Significación estadística en variables de tallo y hoja en poblaciones y biofertilizantes.

Factores	Población	Altura de la planta (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Longitud entrenudo (cm)	Longitud de hoja (cm)	Ancho de hoja (cm)
Población	P <sub>1</sub>	80.17 a	8.07 a	3.83 a	3.56 ab	2.09 b
	P <sub>2</sub>	83.02 a	7.96 a	3.84 a	3.52 b	2.21 ab
	P <sub>3</sub>	80.26 a	6.89 b	3.36 b	3.14 c	2.11 b
	P <sub>4</sub>	86.59 a	8.40 a	3.98 a	3.89 a	2.27 ab
	P <sub>5</sub>	82.30 a	7.82 a	3.76 ab	3.66 ab	2.27 ab
	P <sub>6</sub>	82.67 a	7.59 ab	3.64 ab	3.74 ab	2.49 a
Norma de riego Litros/planta/día	1.1	77.37 b	7.69 a	3.74 a	3.49 a	2.18 b
	0.7	85.56 a	7.99 a	3.76 a	3.53 a	2.38 a
	0.4	84.57 a	7.68 a	3.71 a	3.72 a	2.11 b
Biofertilizantes (cc)	300	76.50 a	8.69 a	3.01 a	3.65 ab	2.74 a
	200	77.56 a	8.54 a	2.81 a	3.79 a	2.61 a
	100	70.00 a	7.79 ab	2.80 a	3.51 ab	2.20 a
	0.0	54.25 b	6.69 b	2.38 b	3.19 b	2.37 b

\*Promedios con igual letra, no difieren estadísticamente (LSD,  $\alpha=0.05$ )

### Longitud y ancho de hoja

Las poblaciones que alcanzaron mayores resultados fueron la P<sub>4</sub> (3.89 cm), P<sub>5</sub> (3.66 cm), y con hojas de menor tamaño para las poblaciones P<sub>2</sub> (3.52 cm) y P<sub>3</sub> (3.14 cm), el riego no influye en el tamaño de las hojas del tomate, mientras que las dosis de biofertilizante tienen efecto sobre el tamaño de las mismas con 200 cc (Cuadro 9), se obtuvo mejor resultado. Estos resultados son muy similares a los reportados por Alegría *et al*, (2010).

Se determinó diferencias en las poblaciones estudiadas la población seis (P<sub>6</sub>= 2.49 cm), contenía las hojas de mayor ancho y aquellas de menor ancho corresponden a la población tres (P<sub>3</sub>=2.11 cm) y uno (P<sub>1</sub>=2.09 cm), Carrillo y Chaves (2010), encontraron hojas de mayor ancho en tomate silvestres, con respecto al biofertilizante todas las dosis empleadas superaron la testigo. En otro estudio se reporta hojas, con longitudes que oscilado entre 15 y 28 cm, con una media de 21,20 cm; para el ancho el mismo autor indica unas dimensiones de unos 6 cm a 9 cm, aproximadamente (González, 2002).

## Frutos verdes y maduros

La cantidad de frutos verdes son un indicativo del rendimientos, las poblaciones uno ( $P_1=21.84$ ) y tres ( $P_3=22.04$ ), formaron la mayor cantidad de frutos, la población seis ( $P_6=14.86$ ) y dos ( $P_2=14.49$ ) obtuvieron la menor cantidad de frutos, para la primera cosecha y segunda cosecha se comportaron muy similares entre ellas, se observó que la norma de riego influyeron en esta variable, destacándose la norma dos (0.7 litros/planta/día).

La cantidad de frutos en ambas cosechas en los factores estudiados las poblaciones dos ( $P_2=4.03$ ), cuatro ( $P_4=4.47$ ) y cinco ( $P_5=4.46$ ), superaron a las demás, sin embargo en la primera cosecha no se obtuvieron frutos maduro para la población uno y tres, lo contrario ocurre en la segunda cosecha la población tres ( $P_3=17.56$ ), obtuvo el mayor número de frutos maduro, la menor cantidad de fruto se mostró para la población seis en ambas cosechas, en el riego se encontró que la norma dos (0.7 litros/planta/día), supero a las demás en ambas cosechas (Cuadro 11).

**Cuadro 11.** Significación estadística en frutos verdes y maduros en poblaciones con normas de riego.

Factores		Frutos verdes		Frutos maduros	
		PC	SC	PC	SC
Población	$P_1$	21.84 a	17.52 a	0.00 c	13.74 ab
	$P_2$	14.49 b	16.04 a	4.03 a	12.82 ab
	$P_3$	22.04 a	10.43 a	0.00 c	17.56 a
	$P_4$	19.14 ab	11.92 a	4.47 a	15.27 ab
	$P_5$	17.20 ab	11.10 a	4.46 a	14.43 ab
	$P_6$	14.86 b	12.96 a	2.21 b	10.32 b
Norma de Riego	1.1	15.98 b	12.42 a	2.27 b	12.60 b
	0.7	20.98 a	14.97 a	3.28 a	17.32 a
Litros/planta/día	0.4	17.83 ab	12.59 a	2.03 b	12.16 b

\*Promedios con igual letra, no difieren estadísticamente (LSD,  $\alpha=0.05$ ); PC =Primer cosecha y SC=Segunda cosecha.

## Volumen de fruto

Las poblaciones que alcanzaron mayor volumen de fruto en la primera cosecha son:  $P_5$  (2.57 ml),  $P_3$  (2.42 ml),  $P_1$  (2.30 ml) y la  $P_4$  (2.213 ml); Mientras que la segunda cosecha la población que obtuvo mayor volumen de fruto fue  $P_2$  (2.07 ml) y la de menor volumen fue la población tres ( $P_3=1.41$  ml).

Las normas de riego mostraron efecto en la segunda cosecha donde la norma uno (1.1 litros/planta/día), presento los menores volumen en comparación con las demás normas de riego (Cuadro 11).

### Peso de fruto

Los frutos con menor peso corresponden a la población seis ( $P_6=1.03$  y  $1.57$ ), en ambas cosechas en la segunda cosecha la población uno ( $P_1= 1.66$ ), tres ( $P_3=1.58$ ), también mostraron frutos con menor peso, en cuanto al riego la norma tres (0.4 litros/planta/día) supero a las demás. Los resultados obtenidos por carrillo y Chávez (2010) son semejantes en comparación con este estudio (Cuadro 12).

**Cuadro 12.** Significación estadística en peso y volumen del fruto en poblaciones con normas de riego.

Factores		Peso de fruto (g)		Volumen de fruto (ml)	
		PC	SC	PC	S C
Población	$P_1$	1.76 a	1.66 b	2.30 a	1.44 bc
	$P_2$	1.46 ab	2.02 a	1.84 ab	2.07 a
	$P_3$	1.56 a	1.58 b	2.42 a	1.41 c
	$P_4$	1.84 a	1.83 ab	2.23 a	1.83 ab
	$P_5$	1.88 a	1.72 ab	2.57 a	1.68 abc
	$P_6$	1.03 b	1.57 b	1.27 b	1.64 bc
Norma de Riego	1.1	1.52 a	1.59 b	2.04 a	1.47 b
	0.7	1.65 a	1.67 b	2.11 a	1.69 ab
Litros/planta/día	0.4	1.59 a	1.93 a	2.17 a	1.88 a

\*Promedios con igual letra, no difieren estadísticamente (LSD,  $\alpha=0.05$ , PC =Primer cosecha y SC=Segunda cosecha.

### Longitud de fruto

De acuerdo al análisis de rangos múltiples LSD ( $\alpha=0.05$ ) se determinó que en la primer cosecha las poblaciones que presentaron frutos de mayor tamaño son,  $P_1$  (13.52 y 12.30 mm),  $P_5$  (13.24 y 13.04 mm),  $P_3$  (12.28 y 12.34 mm) y la  $P_4$  (12.13 y 12.40 mm), en ambas cosecha, caso contrario ocurre con la población seis ( $P_6= 8.06$  y  $11.52$ ), que obtuvo los frutos de menor tamaño en ambas cosechas, las normas de riego no influyen en esta variable (Cuadro 13). Estos resultados son inferiores a los obtenidos por carrillo y Chávez (2010), en estudios realizados en tomate silvestre (Cuadro 13).

**Cuadro 13.** Significación estadística en longitud y diámetro del fruto en poblaciones con normas de riego.

Factores		Longitud del fruto (mm).		Diámetro del fruto (mm).	
		PC	SC	PC	S C
Población	P <sub>1</sub>	13.52 a	12.30 ab	14.50 a	12.30 ab
	P <sub>2</sub>	10.51 ab	11.96 ab	11.17 ab	11.96 ab
	P <sub>3</sub>	12.28 a	12.34 ab	12.94 a	12.34 ab
	P <sub>4</sub>	12.13 a	12.40 ab	12.96 a	12.40 ab
	P <sub>5</sub>	13.24 a	13.04 a	13.72 a	13.04 a
	P <sub>6</sub>	8.06 b	11.52 b	8.26 b	11.52 b
Norma de Riego	1.1	10.83 a	11.73 a	11.49 a	12.56 b
	0.7	11.79 a	12.43 a	12.56 a	13.33 ab
Litros/planta/día	0.4	12.26 a	12.63 a	12.78 a	13.74 a

\*Promedios con igual letra, no difieren estadísticamente (LSD,  $\alpha=0.05$ ), PC =Primer cosecha y SC=Segunda cosecha.

### Diámetro de fruto

El diámetro de fruto en la primera y segunda cosecha el factor población presento interacción significativa, en donde únicamente la población seis (P<sub>6</sub>=8.26 y 11.52 mm), mostro frutos de menor tamaño, en comparación con los restantes materiales, el riego únicamente en la segunda cosecha mostro efecto en los materiales donde la norma uno (1.1 litros/planta/día) se encontraron menores diámetros en los frutos (Cuadro 13), resultados similares son reportados por Alegría *et al*, (2010).

### Semilla por fruto

Se encontró diferencias estadísticas se determinó que en la segunda cosecha la poblaciones que presento menores resultados fue la población seis (P<sub>6</sub>= 35.11 semillas), Juan González, (2002), reporta resultados superiores a los presentados en este estudio, el riego mostro diferencias estadísticas en ambas cosechas dando como resultado en la primer cosecha que la norma (0.4 litros/planta/día) fue inferior a las demás normas.

En cambio en la segunda cosecha la norma (1.1 litros/planta/día) obtuvo los menores resultados que las demás normas (Cuadro 14). En comparación con González (2002), encontró 86.88 semillas/fruto, quien plantea que la cantidad de semilla esta en correspondencia con el peso del fruto, estos resultados son inferiores a los encontrados en el presente estudio.

**Cuadro 14.** Significación estadística en semillas por frutos y grados Brix en poblaciones con normas de riego.

Factores		Semilla por fruto		Brix (°)	
		PC	SC	PC	S C
Población	P <sub>1</sub>	44.07 a	44.19 a	5.13 a	3.30 b
	P <sub>2</sub>	46.03 a	45.70 a	4.79 ab	3.66 ab
	P <sub>3</sub>	46.12 a	42.98 a	4.69 ab	3.80 a
	P <sub>4</sub>	43.32 a	44.63 a	4.24 cd	3.24 b
	P <sub>5</sub>	46.22 a	44.52 a	4.58 bc	3.36 b
	P <sub>6</sub>	42.00 a	35.11 b	4.12 d	3.23 b
Norma de Riego	1.1	44.73 ab	39.82b	4.29 b	3.35 ab
	0.7	46.12 a	44.23 ab	4.79 a	3.64 a
Litros/planta/día	0.4	43.03 b	44.52 a	4.79 a	3.30 b

\*Promedios con igual letra, no difieren estadísticamente (LSD,  $\alpha=0.05$ ), PC =Primer cosecha y SC=Segunda cosecha.

### Grados Brix (°)

En la primera cosecha se logró observar que la población cuatro (P<sub>4</sub>=4.24) y seis (P<sub>6</sub>=4.12), obtuvieron los menores porcentaje de azúcares solubles en los frutos, aquí se encontró que la norma uno (1.1 litros/planta/día), influye en menor grado en los azúcar solubles en los frutos, en la segunda cosecha la poblaciones tres (P<sub>3</sub>= 3.80) y dos (P<sub>2</sub>= 3.66), superaron a las demás materiales evaluados, la norma dos (0.7 litros/planta/día), mostro efecto en las poblaciones, en la cantidad de azucars en los frutos (Cuadro 13) presentando similitud con los resultados obtenidos por Andrés *et al.*, (2010).

Esto se debe a que el tomate es un fruto climatérico y en especial las especies silvestres, muestran un periodo de almacenamiento mayor que las variedades comerciales (González, 2002).

### 4.6 Variables de crecimiento en poblaciones de tomate silvestres bajo niveles de biofertilizantes

La aplicación de insumos foliares es un procedimiento utilizado para satisfacer los requerimientos de micronutrientes y aumentar los rendimientos y mejorar la calidad de la producción. Los principios fisiológicos del transporte de los nutrientes absorbidos por las hojas son similares a los que siguen por la absorción por las raíces.



Sin embargo, el movimiento de los nutrientes aplicados sobre las hojas no es el mismo en tiempo y forma que el que se realiza desde las raíces al resto de la planta. Tampoco la movilidad de los distintos nutrientes a través del floema (González, 2002).

El número de racimo y frutos por planta se diferenciaron en las poblaciones de tomates evaluados ( $Pr=0.05$ ). Los promedios obtenidos tuvieron un rango de 9.5 a 18.29 racimos, y de 23.18 a 42 frutos en la planta (Cuadro 14). Asimismo, los niveles de biofertilizante resultaron significativos. Los mayores valores se encontraron en las mayores dosis, y los menores promedios se obtuvieron cuando no aplicó biofertilizante (Cuadro 15).

**Cuadro 15.** Significación estadística en variables de fruto de las poblaciones de tomate silvestre y biofertilizantes.

Factores		No. racimos por planta	Fruto por planta	Fruto verde	Fruto maduro	Longitud de Fruto (mm)
Población	P <sub>1</sub>	10.88 b	27.04 bc	9.42 b	17.38 bc	7.04 c
	P <sub>2</sub>	9.50 b	20.96 c	9.96 b	11.00 c	8.84 abc
	P <sub>3</sub>	11.13 b	26.42 bc	3.88 c	22.58 ab	7.88 bc
	P <sub>4</sub>	18.29 a	42.00 a	14.75a	27.08 a	10.09 a
	P <sub>5</sub>	12.92 b	34.00 ab	11.25ab	22.75 ab	9.01 ab
	P <sub>6</sub>	10.58 b	23.18 bc	8.29 b	14.79 bc	9.54 ab
Biofertilizante	300	13.19 a	31.11 a	10.72 a	20.39 ab	9.13 a
	200	16.50 a	38.53 a	13.00 a	25.39 a	9.24 a
	100	12.28 a	29.25 a	12.06 a	16.94 ab	8.49 a
	0	6.89 b	16.83 b	2.58 b	14.33 b	8.08 a

\*Promedios con igual letra, no difieren estadísticamente (LSD,  $\alpha=0.05$ ), PC =Primer cosecha y SC=Segunda cosecha.

### Frutos verdes y maduros

La mayor cantidad de frutos verdes corresponden a la población cuatro (P<sub>4</sub>= 14.75) y cinco (P<sub>5</sub>= 11.25), y la población dos (P<sub>2</sub>=11.00), mostró menor cantidad de frutos, las dosis de biofertilizantes superan ampliamente al testigo (Cuadro 14). La cantidad de frutos maduros se distinguieron en las poblaciones evaluadas, ( $Pr=0.05$ ), los mayores promedios se encontraron en el rango de 11.00 a 27.08, el biofertilizante se diferenció ampliamente del testigo, la dosis de 200 cc, obtuvo el mayor número de frutos (Cuadro 15).

### Longitud, diámetro y volumen de fruto

Con respecto al diámetro, se encontró ampliamente diferencias obteniendo rangos de 7.04 a 10.09 mm, estudios publicado por Carrillo y Chávez (2010), reportan rangos mayores a los encontrados el presente estudio (Cuadro 14).

Con diámetros comprendido en un rango de 7.28 a 10.31 mm, los cuales muestran volúmenes de 0.33 a 0.38 ml, diferenciando considerablemente del testigo, los mayores volúmenes corresponden a las mayores dosis del producto (Cuadro 15).

**Cuadro 16.** Significación estadística en variables de fruto en poblaciones y biofertilizantes.

Factores	Población	Diámetro de fruto (mm).	Volumen de fruto (ml).	Semilla por fruto.	Brixs ( <sup>0</sup> ).
Población	P <sub>1</sub>	7.28 c	0.68 a	22.63 b	5.58 ab
	P <sub>2</sub>	9.48 ab	0.38 bc	25.33 b	4.93 b
	P <sub>3</sub>	8.00 bc	0.258 c	31.50 ab	5.21 b
	P <sub>4</sub>	10.31 a	0.55 ab	31.92 ab	5.12 b
	P <sub>5</sub>	9.38 ab	0.39 bc	34.79 a	5.38 b
	P <sub>6</sub>	9.66 ab	0.33 c	29.50 ab	6.64 a
Biofertilizante	300	9.31 a	0.38 ab	31.39 a	4.97 a
	200	9.52 a	0.94 ab	29.39 ab	5.69 a
	100	8.69 a	0.54 a	29.50 ab	5.72 a
	0	8.54 a	0.36 b	26.83 b	5.52 a

\*Promedios con igual letra, no difieren estadísticamente (LSD,  $\alpha=0.05$ )

### Semilla por frutos y Brixs (<sup>0</sup>)

El número de semillas por fruto, se encuentra en un rango de 22.63 a 34.79 semillas por fruto, el porcentaje de azúcar soluble (grados Brix), están en el rango de 4.93 a 6.64%, en lo concerniente al biofertilizante, en la primer cosecha las dosis superan al testigo, siendo la de mayor número de semilla a la dosis de 300 cc. Gonzáles, (2002), encontró resultados superiores (Cuadro 16). El biofertilizante presento diferencias estadísticas entre las diferentes dosis evaluadas en dicha variable, demostrando que la dosis de 300 (cc) superó a las demás.

Las poblaciones de tomate silvestre encontradas en la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA), son utilizadas como parte de la alimentación en las familias de algunas comunidades rurales del municipio de Villanueva y Somotillo, por lo tanto, se debe asegurar su conservación *in situ* y *ex situ*.

## **V CONCLUSIONES**

Basado en los resultados obtenidos en el presente trabajo se derivan las siguientes conclusiones

- Algunas variables se diferenciaron en las poblaciones, donde las variables de frutos y de planta fueron afectadas de manera significativa por las normas de riego y los niveles de biofertilizante, respectivamente.
- Las normas de riego tuvieron efecto significativo sobre las variables frutos, y la norma de riego de 0.7 litros/planta/día mostró los mayores valores promedios.
- La aplicación de biofertilizante afectó a las variables de tallo, principalmente, y los mejores resultados se obtuvieron en las mayores dosis aplicadas (200 y 300 cc).

## VI REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Alegría Saldarriaga-Cardona, Jairo Castaño-Zapata, Rafael Arango Isaza.** 2010. caracterización del agente causante de la antracnosis en tomate de árbol, manzano y mora.

Alimentación y Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México. pp:59-100.

**Álvarez-Hernández J C, H Cortez-Madrigal, I García-Ruiz (2009)** Exploración y caracterización de poblaciones silvestres de jitomate (Solanaceae) en tres regiones de Michoacán, México. Polibotánica 28:139-159.

**Alvarez-Hernández J. C., H. Cortez-madrigal, I. García-Ruiz,** 2009. Exploración y caracterización de poblaciones silvestres de jitomate (Solanaceae) en tres regiones de Michoacán, México. Polibotánica, Núm. 28, agosto-septiembre 2009, pp 139-159.

**Andrés U. Crisanto-Juárez, Araceli M. Vera-Guzmán, José L. Chávez-Servia y José C. Carrillo-Rodríguez** calidad de frutos de tomates silvestres (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme* Dunal) de Oaxaca, México 2010.

**Armando Theodoro Hunziker (1999).** Los géneros de Solanaceae ilustrados, ordenados de acuerdo a un nuevo sistema. Wikipedia.

**Azurdia C.,** 1996b. Las malezas como un reservorio genético de las plantas. Lecturas en Recursos Fitogenéticos. Subprograma de Recursos Genéticos Vegetales (REGEVE). Instituto de Investigaciones Agronómicas. Facultad de Agronomía. USAC. p. 12-13.

**Benavides G. A., J. Cisne C., D. Querol L.,** 2010. Rescate, conservación y manejo sostenible del teocintle de Nicaragua (*Zea nicaraguensis* ILTIS & BENZ). Informe DRP. UNA-FAO. Managua, Nicaragua, 109 p.

**Biofabrica. 2011.** Definición de biofertilizantes. En línea. Consultado el 19 sep. 2011. Disponible en <http://biofabrica.com.mx/site/content/view/18/34/>.

- Boris Corpeño (2004).** Manual del cultivo de tomate, (IDEA) Centro de inversión desarrollo y exportacion de agronegocios.
- Carrillo R. J., J. L. Chávez S.,** 2010. Caracterización agromorfológica de muestras de tomate de Oaxaca. Rev. Fitotec. Méx. Vol. 33 (Núm. Especial 4): 1-6.
- Carrillo Rodríguez, José C; Chavez Servía, José L.** Caracterización agromorfológicas de muestras de tomate de Oaxaca. Revista fitotécnica mexicana, volumen. 33, núm. 4, septiembre 2010, pp. 1 – 6. Sociedad mexicana de citogenética, A.C. México.
- Córdoba L, J C Molina (2006)** Conservación ex situ. *In:* Recursos Fitogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura: Informe Nacional 2006. J C Molina, L
- Córdoba (eds).** Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México. pp:59-100.
- Crisanto-Juárez A. A. Vera-Guzmán, J. Chávez-Servia, J. Carrillo-Rodríguez,** 2010. Calidad de frutos de tomates silvestres (*Lycopersicon esculentum* var. *Cerasiforme* Dunal) de Oaxaca, México. Rev. Fitotec. Méx. Vol. 33 (Núm. Especial 4): 7-13.
- Crisantos - Juarez, Andres U.; Vera – Gusman, Araseli M.; Chavez Servía, José L. Carrillo Rodríguez, José C.** Calidad de los frutos de tomate silvestre (*Lycopersicon esculentum* Var. *Cerasiforme* Dunal), de Oaxaca, Mexico. Revista fitotécnica mexicana, volumen. 33, núm. 4, septiembre 2010, pp. 7 – 13. Sociedad mexicana de citogenética, A.C. México.
- Díaz del Cañizo, M.A. (2000).** Recuperación de variedades tradicionales locales de cultivos hortícolas y del conocimiento a ellas asociado, para su conservación, uso y manejo en las comarcas de Antequera (Málaga) y Estepa (Sevilla). Tesis de la III Maestría de Agroecología y Desarrollo Rural Sostenible en Andalucía y América Latina. Instituto de Sociología y Estudios Campesinos (ISEC) (coord.). Universidad Internacional de Andalucía sede Iberoamericana de Santa María de la Rábida.

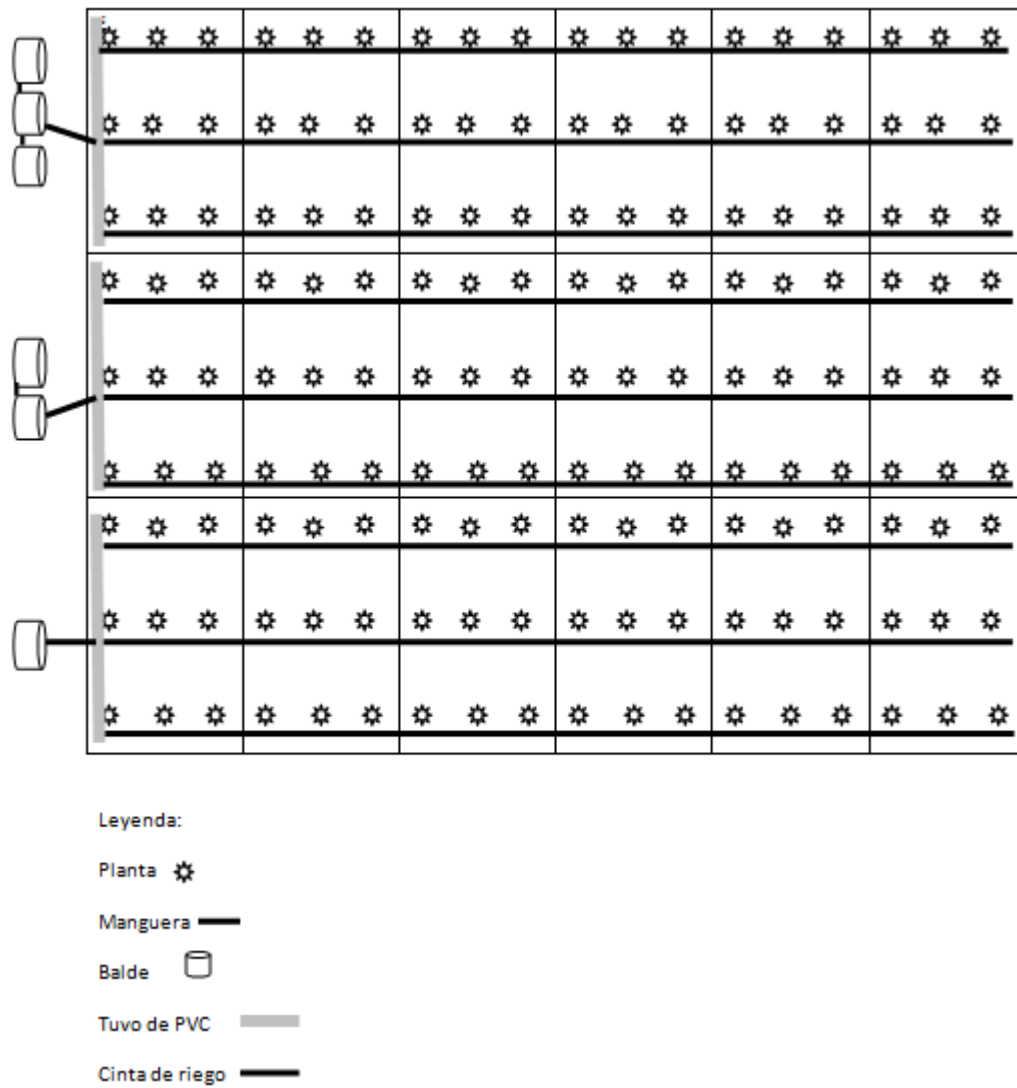
- Duarte, HA; Ruiz, M. 2010.** Efecto de tres láminas de riego y tres dosis de aplicación de biofertilizantes en el cultivo organico de fresa (*Fragaria spp*) cv, Festival en el Castillito, Las Sabanas, Madriz. Tesis. Ing. Agrícola. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 59 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization).** Efecto del agua sobre los rendimientos de los cultivos. Roma, IT. 33:5-20.
- García M L, V Martínez, A N Avendaño, M C Padilla, H Izquierdo (2009)** Acción de oligosacáridos en el rendimiento y calidad de tomate. Rev. Fitotec. Mex. 32:295-301.
- Hidalgo R.,** 2003. Variabilidad genética caracterización de especies vegetales. En Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de Recursos Fitogenéticos, Franco T. e Hidalgo R. (eds.). Boletín Técnico no. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Calí, Colombia, p. 2-26.
- INETER,** 2010. Datos climatológicos de Nicaragua.
- IPGRI, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (1996)** Descriptores de tomate (*Lycopersicon spp.*). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia. 49 p.
- IPGRI.** 2000. Conservación *ex situ* de recursos fitogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos.
- Jarquín, D.** 2004. Evaluación de cuatro variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill), basado en el complejo Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) Geminivirus, en la comunidad de Apompuá, Potosí, Rivas, Nicaragua. Tesis de M.Sc. Managua, Nicaragua. 73p.

- Lépiz R, E Rodríguez (2006)** Los recursos fitogenéticos de México. *In: Recursos Fitogenéticos de México para la Alimentación.*
- Levard L., Y. Marín, F. Pérez, A. Ruíz & H. L. Serra.** 2000. Potenciales y limitantes para el desarrollo agropecuario en el municipio de Somotillo. Cuaderno de Investigación # 10. NITLAPLAN-UCA/FIDA. 148 p.
- Lucia,** Evaluación de diferentes materiales de tomate sometidos a inoculación artificial ante el complejo mosca blanca – geminivirus. Managua, Nicaragua. p. 1-4.
- MAGFOR (Ministerio Agropecuario y Forestal).** 2007. Área cosechada, rendimientos y producción de hortalizas a nivel nacional. Ciclos Agrícolas del 1999 – 2005. Managua, Nicaragua. Estudio Preliminar.
- MAG-FOR,** 1999. Regionalización Biofísica para el desarrollo Agropecuario del departamento de Chinandega. Managua, Nicaragua. 162 p.
- García Marrero, E., 2006.** Régimen de riego. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 100 p.
- Martínez Tornería M. 2009.** Riego y Fertirriego Chile, 20 p. ?
- Meyrat A..** 2001. Estrategia nacional de biodiversidad Nicaragua. Estado de conservación de los ecosistemas PNUD-NIC, MARENA. 189. 22 p.
- Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA),** 1999. Biodiversidad en Nicaragua: Un estudio de país. MARENA-PANIF. 1a. Ed. 469 p.

- Molina Vázquez, F.** 1998. Gestión de la Biodiversidad en la Estrategias Regionales de Conservación. Aplicación de los Acuerdos Internacionales. En: Diversidad biológica y cultural rural en la gestión ambiental del desarrollo. Díaz Pineda, F. (coord.). Cooperación Internacional. Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente. Julio. 93-116. Economía de 6-Octubre-1997.
- Oficina del Regante.** 2002. Caracterización de la infiltración. Gobierno de Aragón. Departamento de Agricultura, España.
- Prohens J. Blanca J. M., F. Nuez.** 2003. Caracterización de tomates silvestres de las Islas Galápagos. 114 actas de Horticultura No.39. X Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas, Pontevedra 2003, Biodiversidad, 3 p. <http://www.comav.upv.es/publicomav/744.pdf>.
- Rafael Heras:** “Manual de Hidrología”. Centro de Estudios Hidrográficos. Madrid.1970.
- Rayo, M.** 2001. Caracterización biológica transmitida por mosca blanca (*Bemisia tabaco* Genn) en el cultivo del Tomate (*Lycopersicon sculentum* Mill) en el municipio de Santa.
- Souza, J.; Itten, B.; Vicente, C.A. (2001).** La biodiversidad y la gente. CETAAR (Centro de Estudios Regionales sobre Tecnologías Apropriadas de la Argentina) (ed.). Buenos Aires (Argentina).
- Vélez, m., Vélez., J.** 2002. Capítulo 8: Infiltración. Universidad Nacional de Colombia, Unidad de Hidráulica. Alegría Saldarriaga-Cardona<sup>1</sup>, Jairo Castaño-Zapata<sup>2</sup>, Rafael Arango.
- Villa, D W Reed, L Cisneros-Zevallos, S King (2009).** Evaluación de calidad de frutos de siete genotipos nativos de jitomate (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*). Rev. Chapingo S. Hort. 15:5-9.



## **ANEXOS**



**Figura 1a.** Esquema del diseño de riego



**Figura 2a.** Fuente de abastecimiento para las diferentes normas de riego.



**Figura 3a.** Siembra en bandejas y trasplante a bolsas de polietileno



**Figura 4a.** Establecimiento de las poblaciones en campo y tutoreo.

**Cuadro 1a.** Determinación de la infiltración del área experimental, prueba 1.

Datos de campo					
	Hora inicial	Hora final	Lectura inicial (cm)	Lectura final (cm)	Diferencia (cm)
1	9:46	9:55	8.5	4:5	4
2	9:55	10:6	8	5:0	3
3	10:07	10:20	8	5:5	2.5
4	10:20	10:36	8	5:5	2.5
5	10:37	10:57	7.5	5:0	2.5

Tiempo (minuto)	Diferencia (cm)	Infiltración (mm/h)
9	4	266.67
11	3	138.46
13	2.5	115.38
16	2.5	93.75
20	2.5	75.00
Promedio de infiltración	137.85	

**Cuadro 2a.** Determinación de la infiltración del área experimental, prueba 2.

Datos de campo					
	Hora inicial	Hora final	Lectura inicial (cm)	Lectura final (cm)	Diferencia (cm)
1	12:24	12:28	8.5	5.0	3.5
2	12:29	12:33	8.5	5.0	3.5
3	12:33	12:39	9.0	6.0	3
4	12:39	12:44	8.5	5.0	3.5
5	12:45	12:52	8	5.0	3

Tiempo (minuto)	Diferencia (cm)	Infiltración (mm/h)
4	3.5	525
4	3.0	450
6	3.0	300
5	2.9	348
7	3.0	257.14
Promedio de infiltración	376.03 mm/h	

**Cuadro 3a.** Determinación de la infiltración del área experimental, prueba 3.

		Datos de campo			
	Hora inicial	Hora final	Lectura inicial (cm)	Lectura final (cm)	Diferencia (cm)
1	2:33	2:37	9	5	4
2	2:37	2:42	9	6	3
3	2:42	2:48	9	6	3
4	2:48	2:55	9	6	3
5	2:55	3:02	9	5	4
Tiempo (minuto)		Diferencia (cm)		Infiltración (mm/h)	
4		4		600	
5		3		420	
6		3		400	
7		3		257.14	
7		4		342.86	
Promedio de infiltración		404 mm/h			

**Cuadro 4a.** Comparación de diámetro mojado

Norma	Datos de campo cm	Duarte y Ruiz cm	FAO cm	Observaciones
1	D=28 H=15	D=23.2 H=16.5	D=28 H=10	La comparación de los resultados demostró que la norma uno (1) presento similitud con respecto al diámetro obtenidos por los autores ante mencionados
2	D =12 H=13	D=16 H=13	D=25 H=0.9	El diámetro que presenta la FAO demuestra desigualdad a los alcanzados en este estudio y a los presentados por Duarte y Ruiz (2010).En cambio la profundidad presenta una similitud considerablemente cercana.
3	D=8.5 H=10	D=16 H=9.2	D=22 H=0.8	Los datos de campo obtenido en este estudio presentaron igualdad de profundidad en comparación con los datos presentado por la FAO y Duarte (2010) en cambio el diámetro no presento igualdad

\*norma 1 = 1.1 litros/planta/día, norma 2 = 0.7 litros/planta/día, norma 3 = 0.4 litros/planta/día, D = diámetro, H= profundidad, cm= centímetro.

**Cuadro 5a.** Datos de aforación del sistema de riego norma 1 (1.1 litros/planta/día)

t	v		t	v		t	v
37.1	465		60.02	545		43.08	435
	Q	13	Q	9		Q	10
37.67	470		45.03	375		39.42	405
	Q	12	Q	8		Q	10
46.37	395		50.17	474		39.7	425
	Q	13	Q	9		Q	11

\* t= tiempo(minutos), v= volumen(ml), Q= caudal (ml/minutos)

**Cuadro 6a.** Datos de aforacion del sistema de riego norma 2 (0.7 litros/planta/día)

t	v		t	v		t	v
33.17	276		38.5	314		33.63	270
	Q	8	Q	8		Q	8
33.38	260		40.03	338		31.87	221
	Q	8	Q	8		Q	7
32.83	280		39.25	305		32.25	265
	Q	9	Q	8		Q	8

\* t= tiempo(minutos), v= volumen(ml), Q= caudal (ml/minutos)

**Cuadro 7a.** Datos de aforacion del sistema de riego norma 3 (0.4 litros/planta/día)

t	v		t	v		t	v
14.25	112		19.03	125		14.15	95
	Q	8	Q	7		Q	7
14.58	111		22	147		14.45	110
	Q	8	Q	7		Q	8
16.57	116		19.7	138		14.18	113
	Q	7	Q	7		Q	8

\* t= tiempo(minutos), v= volumen(ml), Q= caudal (ml/minutos), Litros/planta/día= litros por planta